

ANALISA DIAGRAM FUNDAMENTAL RUAS JALAN POROS PINRANG-POLMAN

Muhammad Ihsan^{1*}, Suryani Syahrir¹, Eris Nur Dirman¹, Ariandi¹, Sarif Hadarman²

¹Prodi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik Baramuli Pinrang, Indonesia

²Prodi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujungpandang, Makassar, Indonesia

^{1*}m.ihsan@stt-baramuli.ac.id

Abstrak: Penelitian ini mencoba menganalisa karakteristik lalu lintas jalan pada ruas Pinrang-Polman KM.15 dan membandingkan dengan model fundamental kecepatan-arus-kepadatan sebagaimana yang diusulkan oleh Greenshield, Greenberg dan Underwood. Hasil pengamatan menunjukkan nilai yang lebih mendekati model Greenshields dan Underwood dibandingkan model Greenberg

Kata kunci: *Greensberg Methods, Greenshield Methods, speed, traffic flow, density of traffic*

I. PENDAHULUAN

Bagian PENDAHULUAN membahas latar belakang masalah, tinjauan pustaka secara ringkas, maksud dan tujuan riset dilakukan. Jalan lintas Sulawesi dianggap sebagai salah satu ruas utama di Pulau Sulawesi. Salah satu bagian dari ruas jalan trans Sulawesi adalah ruas poros Pinrang-Polman. Sebagai jalan utama jalan ini diasumsikan sebagai arteri primer meski secara fisik-geometrik ruas ini belum memenuhi syarat sesuai yang digariskan pemerintah [1]. Pengembangan ruas ini menjadi hal yang perlu menjadi perhatian otoritas Pembina jalan. Namun demikian, diperlukan upaya yang cukup mendasar dalam merencanakan pengembangan ruas jalan tersebut. Pengembangan sebuah ruas jalan lazimnya melibatkan berbagai tahapan yang cukup panjang antara lain studi pendahuluan (reconnaissance study), pra-studi kelayakan dan studi kelayakan, perencanaan detail yang disertai dengan analisa dampak lingkungan dan analisa dampak lalu lintas sebelum dilaksanakannya pembangunan fisik Prasarana jalan raya dimaksudkan untuk dipergunakan oleh berbagai jenis kendaraan bermotor maupun kendaraan tak bermotor. Dengan berbagai karakteristik yang melatarbelakangi, kinerja jalan menjadi hal yang tak terpisahkan dari berbagai sector pembangunan seperti tata guna lahan, kemajuan ekonomi dan demografi serta kondisi geografis. Beberapa elemen penting lalu lintas juga berperan yakni manusia sebagai pengguna jalan, infrastruktur jalan yang ada, dan kendaraan yang merupakan sarana transportasi yang melwati jalan raya. Karakteristik kendaraan antara lain menyangkut jumlah, kepadatan dan kecepatan kendaraan yang secara agregat menjadi elemen penting lalu lintas jalan [2].

Kinerja jalan menjadi hal yang penting untuk diketahui dalam kaitan pengembangan jalan. Ruas jalan poros Pinrang Polman dianggap cukup dinamis dengan volume kendaraan yang cukup besar dan kondisi jalan yang tanpa jalur samping (no frontage) dan kendali keluar masuk (no access control) sehingga menjadi rentan terhadap interferensi dengan aktifitas masyarakat di sekitar jalan. Kondisi jalan yang dinamis tersebut menimbulkan kerawanan berupa kemacetan dan bahkan kecelakaan yang melibatkan kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut. Kepadatan yang dianggap berkorelasi dengan kecepatan kendaraan serta volume kendaraan yang terjadi setiap panjang tertentu ruas jalan juga perlu dikaji. Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari model korelasi antara volume kendaraan, arus dan kecepatan kendaraan pada suatu ruas jalan poros Pinrang Polman dan didasari oleh observasi awal di mana volume kendaraan yang meningkat pada jam-jam tertentu, tingginya angka kecelakaan, serta belum adanya studi yang memodelkan korelasi arus dan kepadatan pada ruas jalan ini. Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui kapasitas arus lalu lintas di ruas jalan

Poros Pinrang-Polman atau jalan Trans Sulawesi (KM. 15) Kabupaten Pinrang serta analisa hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas di ruas tersebut menggunakan model Greenshield, Greenberg dan Underwood. Karakteristik arus lalu lintas pada suatu area menarik untuk diteliti dan dianalisa, dimana hasil yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi dari ruas jalan yang ada. Dalam hal ini dikenal ada 3 parameter yang utama yaitu (1) Arus lalu lintas (Volume) (2) Kepadatan (density) lalu lintas (3) Kecepatan lalu lintas (speed) [3] Karakteristik ini dapat dipelajari dengan suatu hubungan matematik di antara ketiga parameter di atas [4]

II. METODOLOGI

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah survei volume lalu lintas terklasifikasi dengan metode manual traffic counts Dirjen Bina Marga (Pedoman Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual, 2004) [5]. Pelaksanaan dilakukan pada suatu titik tetap di tepi jalan, sehingga dengan jelas mengamati kendaraan yang lewat pada titik yang ditentukan. Lokasi penelitian di Ruas Jalan Poros Pinrang-Polman (km. 15) Kabupaten Pinrang. Pengamatan dilakukan di sekitar Jembatan Lasape. Pelaksanaan survei dilakukan dengan menempatkan tiga hingga empat orang pengamat pada pos pengamatan yang bertugas menghitung volume lalu lintas yang melewati titik pengamatan yang ditentukan. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu 15 menit setiap satu kali putaran. Pencatatan dilakukan selama 15 jam. pada masing-masing segmen Pencatatan ditulis pada formulir survei sesuai dengan klasifikasi kendaraan yang telah ditentukan. Hasil pencatatan selama periode tertentu yang melewati pos pengamatan dikalikan dengan faktor SMP (satuan mobil penumpang) berdasarkan klasifikasi kendaraan sehingga diperoleh volume total kendaraan untuk tiap interval tertentu.

Pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan untuk mengetahui kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan dimaksud. Pengukuran dilakukan dengan cara mencatat waktu tempuh kendaraan yang melewati segmen sepanjang 50 meter. Kecepatan yang diambil adalah kecepatan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor. Pengambilan data kecepatan dilakukan dengan menempatkan satu sampai dua orang (surveyor) untuk mencatat kecepatan kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan yang ditentukan.

Tahapan analisis mencakup perhitungan volume lalu lintas, analisis kapasitas ruas jalan dan analisis hubungan volume, arus dan kecepatan berdasarkan model Greenshield dan Greenberg.

A. Analisis Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 adalah arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat di pertahankan pada kondisi tertentu (geometrik, distribusi, dan komposisi lalu lintas, serta faktor lingkungan) di mana persamaan dasarnya sebagaimana Persamaan (1) berikut [6].

$$C = C_o \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (1)$$

Di mana:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Analisis karakteristik memanfaatkan persamaan regresi di mana penentuan nilai koefisien didapatkan dari dengan Persamaan (2) dan (3) berikut:

$$a = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum X)(\sum XY)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (3)$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi (r), digunakan Persamaan (4) berikut:

$$r = \frac{n \cdot \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (4)$$

B. Analisis Karakteristik Lalu Lintas Model Greenshields

Pada model Greenshields, hubungan kecepatan dan kerapatan dinyatakan sebagai Persamaan (4) berikut [7]

$$U_s = U_f - (U_f / D_j), \quad (5)$$

Hubungan volume dan kecepatan dinyatakan dalam Persamaan (6) berikut

$$V = D_j \cdot U_s - (D_j / U_f) \cdot U_s^2 \quad (6)$$

Hubungan volume dan kerapatan dinyatakan dalam Persamaan (7) berikut

$$V = U_f \cdot D - (U_f / D_j) \cdot D^2 \quad (7)$$

Sedangkan volume maksimum diperoleh dari Persamaan (8) berikut

$$V_m = (D_j \cdot U_f) / 4 \quad (8)$$

C. Analisis Karakteristik Lalu Lintas Model Greenberg

Greenberg [8] mengemukakan suatu hipotesa bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan berbentuk logaritmik, dengan Persamaan (9) sebagai berikut :

$$U_s = U_m \cdot \ln(D_j / D) \quad (9)$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta U_m dan D_j , maka persamaannya diubah menjadi Persamaan (10)

$$U_s = U_m \cdot \ln D_j - U_m \cdot \ln D \quad (10)$$

dengan asumsi; $y = a + bx$, dimana: $y = U_s$; $a = U_m \times \ln D_j$; $b = -U_m$; $x = \ln D$ atau $D_j = \exp(a / U_m)$.

Pada model Greenberg hubungan kecepatan dan Kerapatan dinyatakan sebagai Persamaan (11) berikut

$$U_s = U_m \cdot \ln(D_j / D) \quad (11)$$

Hubungan volume dan kecepatan dinyatakan sebagai Persamaan (12) berikut

$$V = D_j \cdot U_s \cdot \exp(-U_s / U_m) \quad (12)$$

Hubungan volume dan kerapatan dinyatakan sebagai Persamaan (13) di bawah

$$V = U_m \cdot D \cdot \ln(D_j / D) \quad (13)$$

Volume maksimum dirumuskan sebagai Persamaan (14) berikut

$$V_m = (U_m \cdot D_f) / e \quad (14)$$

D. Analisis Karakteristik Lalu Lintas Model Underwood

Underwood mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan adalah eksponensial dengan bentuk Persamaan (15) sebagai berikut:

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D/D_m) \quad (15)$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta U_f dan D_m , maka persamaan di atas diubah menjadi $\ln U_s = \ln U_f - D/D_m$ dengan asumsi $y = a + bx$ dimana: $y = \ln U_s$; $a = \ln U_f$; $b = -1/D_m$; $x = D$. $U_f = \exp(a)$

Adapun hubungan kecepatan dan Kerapatan dinyatakan sebagai Persamaan (16)

$$U_s = U_f \cdot \exp(-D / D_m) \quad (16)$$

hubungan volume dan kecepatan dinyatakan sebagai Persamaan (17)

$$V = D_m \cdot U_s \cdot \ln(U_f / U_s) \quad (17)$$

hubungan volume dan kerapatan dinyatakan sebagai Persamaan (18)

$$V = U_f \cdot D \cdot \exp(-D / D_m) \quad (18)$$

Sedangkan volume maksimum dirumuskan dengan Persamaan (19)

$$V_m = (D_m \cdot U_f) / e \quad (19)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data geometrik dan data lingkungan jalan yang didapatkan dari hasil survei pada lokasi penelitian, maka diperoleh nilai-nilai penentu kapasitas jalan sebagaimana disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas jalan Poros Pinrang - Polman KM.15

No	Faktor Analisa	Total dua arah
1	Kapasitas dasar (C_o) smp/jam	2900
2	Faktor Penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw)	0,56
3	Faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FCsp)	1
4	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf)	1,01
5	Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs)	0,90
6	Kapasitas (C) smp/jam	1982,32

Karakteristik lalu lintas dimodelkan dengan tiga model yang lazim digunakan dalam diagram fundamental yakni Greenshield, Greenberg dan Underwood. Hasil regresi untuk ketiga model di atas dipaparkan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Analisa Regresi

Parameter	Model Greenshields	Model Greenberg	Model Underwood
Jumlah Sampel	105	105	105
Multiple R	-0.87331	-0.82591	-0.8841
R ²	0.762668	0.682129	0.781639
Intercept	51.98008	78.43391	4.014901
Coeff. X	-0.45806	-12.1357	-0.01267

Hubungan kecepatan-kepadatan, Volume – Kecepatan dan Volume- Kepadatan atau persamaan diagram fundamental serta nilai volume maksimum untuk ketiga model dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi persamaan diagram fundamental

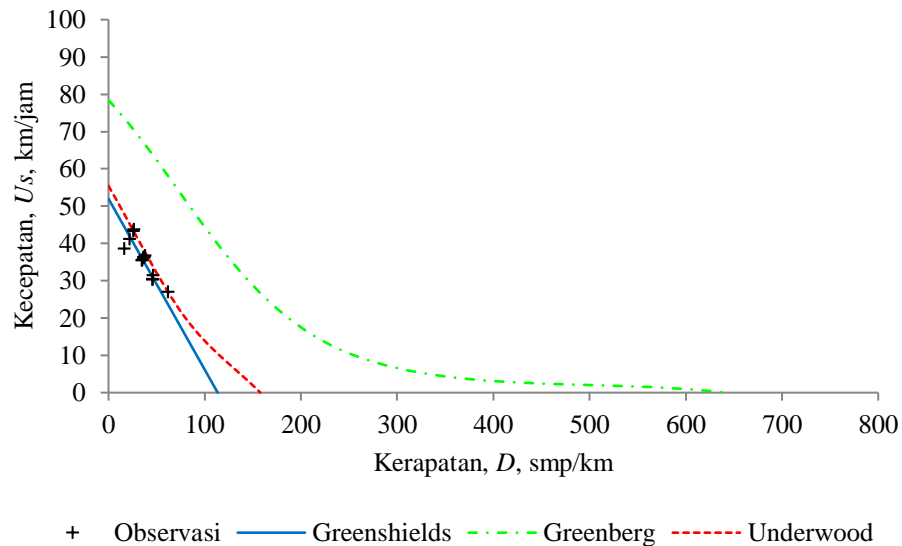
Hubungan	Model Greenshields	Model Greenberg	Model Underwood
Kecepatan – Kepadatan	$U_s = 51,98 - 0,45.D$	$U_s = 9,5643 \cdot \ln(784,60 / D)$	$U_s = 42,90 \cdot \exp(-D/95,27)$
Volume – Kecepatan	$V = 113,48 U_s - 2,183 U_s^2$	$V = 784,60 \cdot U_s \cdot \exp(-U_s / 9,5643)$	$V = 93,45 \cdot U_s \cdot \ln(95,27 / U_s)$
Volume- Kepadatan	$V = 51,198 - 0,45D^2$	$V = 9,5643 \cdot D \cdot \ln(784,60 / D)$	$V = 42,90 \cdot D \cdot \exp(-D / 95,27)$
Volume Maksimum	1474,66	2760,64	1503,50

Nilai karakteristik dari ketiga model setelah diterapkan pada ruas jalan yang ditinjau yang meliputi Kecepatan arus bebas (U_f), Kepadatan arus "Jam" (D_j), Kecepatan optimum (U_m), Kepadatan optimum (D_m), Volume Maksimum (V_m) berikut Koefisien determinasi (r^2) disajikan dalam tabel 4 di bawah.

Tabel 4 Karakteristik ruas jalan Poros Pinrang-Polman KM. 15

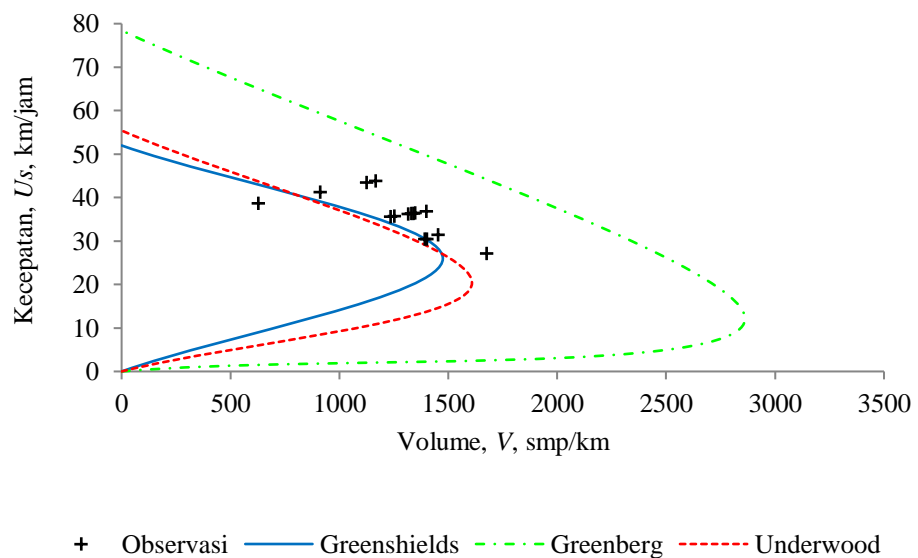
Parameter	Satuan	Model		
		Greenshields	Greenberg	Underwood
Kecepatan arus bebas (U_f)	km/jam	41,14	-	42,90
Kepadatan arus "Jam" (D_j)	smp/km	126,45	784,60	-
Kecepatan optimum (U_m)	km/jam	20,57	9,5643	15,96
Kepadatan optimum (D_m)	smp/km	63,23	288,64	95,27
Volume Maksimum (V_m)	smp/jam	1300,42	2760,64	1503,50
Koefisien determinasi (r^2)	-	0,707	0,693	0,712

Nilai dari persamaan tersebut kemudian dimasukkan kedalam grafik hubungan seperti pada gambar 1-3 berikut.

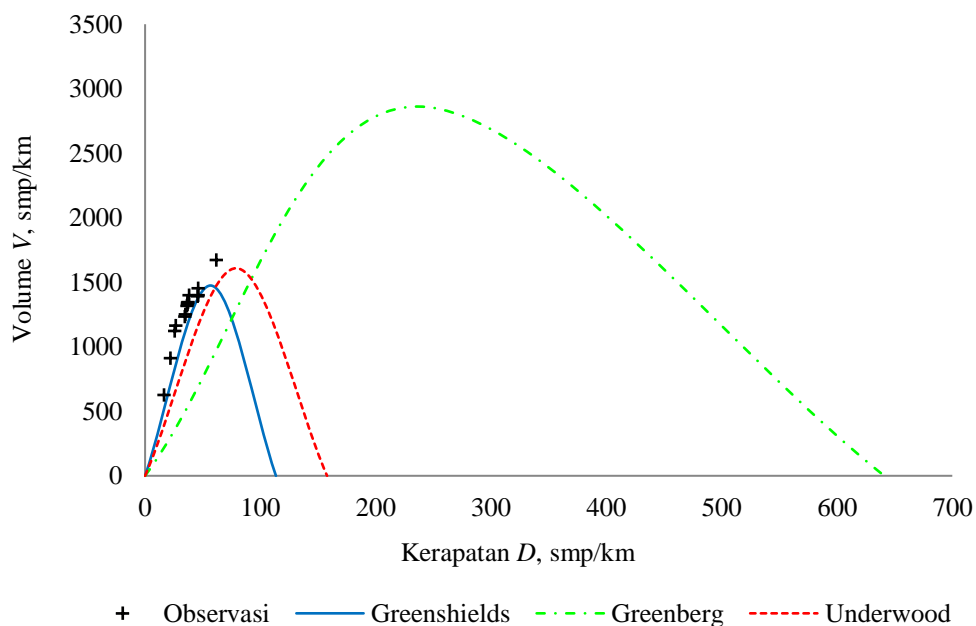


Gambar 1. Hubungan kecepatan dan kerapatan

Dari gambar 1 di atas untuk hubungan kecepatan dan kerapatan dapat terlihat bahwa hasil observasi lebih mendekati model Greenshields dan Underwood dibanding model Greenberg. Demikian pula untuk hubungan kecepatan dan volume, model Greenshields dan Underwood lebih mengkonfirmasi hasil yang didapatkan dari pengamatan lapangan sebagaimana tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Hubungan kecepatan dan volume



Gambar 3. Hubungan kerapatan dan Volume

Untuk hubungan kecepatan dengan volume lalu lintas pada pos pengamatan jalan Poros Pinrang - Polman KM.15, hasil yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan hubungan yang lain di mana hasil pengamatan lapangan lebih mendekati model Greenshields dan Underwood namun tampak dalam gambar 3 bahwa model Greenshields memberikan hasil yang lebih dekat. Hasil ini memberikan informasi mengenai efektifitas model greenshiels dalam memodelkan hubungan fundamental karakteristik lalu lintas. Kekurangan dari hasil penelitian ini adalah bahwa data yang diperoleh hanya mencakup data pada volume yang tidak terlalu tinggi yakni maksimum 1474 smp/jam serta kerapatan maksimum 113,48 smp/km sehingga nilai pengamatan tidak dapat mengkonfirmasi kurva model untuk nilai kerapatan yang sangat besar. Hal ini diakibatkan oleh sifat alami lalu lintas yang memang tidak dibebani oleh volume dan kerapatan lalu lintas yang tinggi

IV. KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh pengamatan jalan Poros Pinrang - Polman KM.15 menunjukkan hasil yang lebih mendekati model Greenshields dan Underwood dibandingkan model Greenberg. Hasil ini memberikan informasi mengenai efektifitas model greenshiels dalam memodelkan hubungan fundamental karakteristik lalu lintas. Namun demikian, hasil pengamatan tidak dapat mengkonfirmasi kurva model untuk nilai volume dan kerapatan kerapatan yang sangat besar yang diakibatkan oleh sifat alami lalu lintas yang tidak dilalui oleh lalu lintas yang tinggi

REFERENSI

- [1] _____, *Undang Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*, 2004
- [2] Rogers, M., *Highway engineering*, Blackwell Publishing, 2003
- [3] Putranto, L.S., *Rekayasa Lalu Lintas, Edisi 3*, Indeks, 2016
- [4] Tamin, O.Z., *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, ITB Bandung, 2003.
- [5] _____, *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual (Pd.T 19-2004-B)*. Direktorat Bina Teknik, Direktorat Jendral Tata Perkotaan dan Pedesaan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004
- [6] _____, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan

Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

- [7] Greenshields, B.D., A Study of Traffic Capacity, *Proceeding of 14th Annual Meeting of Highway Research Board*, Highway Research Board, Washington, 1934
- [8] Greenberg, H., Analysis of Traffic Flow, *Operation Research*, vol. 7, no. 1, 1959
- [9] Underwood, R.T., Speed, volume and density relationships, *Quality and Theory of Traffic Flow*, Bureau of Highway Traffic, Yale, 1961